

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. August 2003 (07.08.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/064315 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: B81B 3/00,  
G02B 26/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/00994

(22) Internationales Anmeldedatum:  
31. Januar 2003 (31.01.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 04 491.0 31. Januar 2002 (31.01.2002) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: GATZEN, Hans-Heinrich [DE/DE]; Teich-  
huhnring 36, 30916 Isernhagen (DE).

(74) Anwalt: HERDEN, Andreas; Blumbach, Kramer & Part-  
ner GbR, Alexandrastrasse 5, 65187 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,  
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

WO 03/064315 A2

(54) Title: MICROTECHNICALLY PRODUCED SWIVELING PLATFORM WITH MAGNETIC DRIVE AND STOP POSI-  
TIONS

(54) Bezeichnung: MIKROTECHNISCH HERGESTELLTE SCHWENKPLATTFORM MIT MAGNETISCHEM ANTRIEB  
UND RASTPOSITIONEN

(57) Abstract: The invention relates to a swiveling, particularly microtechnically produced platform with at least one degree of  
freedom. Said platform swivels in a bistable manner at least around one axis, whereby a micromechanical device is created which is  
easy to produce.

(57) Zusammenfassung: Um eine einfach herzustellende mikromechanische Einrichtung bereitzustellen, sieht die Erfindung eine  
schwenkbare, insbesondere mikrotechnisch hergestellte Plattform mit zumindest einem Freiheitsgrad vor, welche zumindest um eine  
Achse schwenkbar ist, wobei die Plattform bistabil verschwenkbar ist.

BEST AVAILABLE COPY

**Mikrotechnisch hergestellte Schwenkplattform mit magnetischem  
Antrieb und Rastpositionen**

5

Beschreibung

Diese Erfindung betrifft eine schwenkbare, mikrotechnisch hergestellte Plattform, insbesondere mit einem Freiheitsgrad, welche in dieser Ausführungsform zumindest um eine Achse  
10 schwenkbar ist.

Es ist bekannt, mikro-elektromechanische Einrichtungen durch die mittels elektrischer oder elektromagnetischer Felder ausübbarer Kräfte, sowie thermisch oder piezoelektrisch zu  
15 betreiben. Im allgemeinen müssen dabei die Felder oder Spannungen für eine Beibehaltung einer Position eines beweglichen Teils einer solchen Einrichtung aufrechterhalten werden. Oft ist es jedoch wünschenswert, zwischen zwei oder mehreren Position hin- und herschalten zu können, ohne die  
20 Antriebsströme oder Spannungen aufrechterhalten zu müssen. Dazu sind aus dem Stand der Technik bistabile Aktuatoren bekannt. Im allgemeinen wird sich dabei das bistabile Verhalten der in einem flexiblen Segment gespeicherten Energie zunutze gemacht. Um derartige Elemente zwischen den  
25 stabilen Positionen zu schalten, werden die Segmente entsprechend ausgelenkt, wobei sie in der jeweils anderen stabilen Position wieder einrasten.

Bekannte Vorrichtungen nutzen dabei unter anderem den sogenannten „Young-Mechanismus“, den bistabilen, linearen Verschiebungs-Mikromechanismus (Linear Displacement Bistable Micromechanism, LDBM) oder Mechanismen nach Art eines Schnappverschlusses. Diese Lösungen des Problems, einen bistabilen Aktuator zu schaffen, sind allerdings mechanische sehr aufwendig und daher mikrotechnisch schwierig zu realisieren.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine mikromechanische Vorrichtung bereitzustellen, welche die obengenannten Nachteile vermeidet, beziehungsweise vergleichsweise einfach herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird bereits in höchst überraschend einfacher Weise durch eine schwenkbare, insbesondere mikrotechnisch hergestellte Plattform gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Der Antrieb erfolgt bevorzugt elektromagnetisch. Das Magnetsystem ist so gestaltet, dass die Plattform in den Endpositionen durch die magnetische Kraft zumindest eines Hartmagneten gehalten wird und somit eine Rastposition entsteht. Hierdurch wird Strom nur während des Schaltvorgangs benötigt, die Rastposition kann auch ohne Stromzufuhr gehalten werden. Dieses Prinzip der bistabilen Lagerung einer beweglichen Einrichtung lässt sich mikromechanisch erheblich leichter fertigen, als dies bei einer durch flexible Elemente verursachten Bistabilität der Fall ist. Außerdem lassen sich mittels der Erfindung auch bistabil schwenkbare Plattformen realisieren, die nicht nur zwei, sondern auch eine Vielzahl von stabilen Rastpositionen aufweisen können.

Eine weitere stabile Position kann außerdem durch die  
Einwirkung von Rückstellkräften der Aufhängung der Plattform  
dort definiert sein, wo die Rückstellkräfte betragsmäßig  
5 verschwinden oder minimal sind.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten  
Zeichnungen und unter Bezugnahme auf bevorzugte  
Ausführungsformen detaillierter beschrieben.

10 Es zeigen:

Figur 1a und 1b den Einsatz dieser Schwenkplattform als  
Spiegelsystem in der optischen Datenkommunikation,

Figur 2a und 2b das Grundprinzip des mikrotechnisch  
15 hergestellten, elektromagnetischen Antriebes, wobei  
Figur 2a eine schematische Ansicht einer  
Schwenkplattform und Fig. 2b eine Ansicht eines  
Aktivsystems

Figur 2c eine Aufsicht auf eine Ausführungsform der  
20 Schwenkplattform,

Figur 3 einen Ansatz zur Aufbautechnik, bei welchem  
das Gesamtsystem auf zwei Wafern aufgebaut ist, die  
durch geeignete Aufbautechnik miteinander verbunden  
sind,

25 Fig. 4a und 4b eine Ausführungsform der Erfindung als  
Mikrorelais, und

Fig. 4c und 4d eine Variante der anhand der Fig. 4a und 4b  
gezeigten Ausführungsform.

30 Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

Der mikrotechnisch hergestellte, elektromagnetische Antrieb  
umfasst einen aktiven Teil und einen passiven Teil. Der  
aktive Teil enthält ein magnetisches Flussführungssystem mit

Spulen, der passive Teil einen magnetischen Rückschluss.

Fig. 2b zeigt eine schematische Ansicht des aktiven Teils eines Magnetsystems der erfindungsgemäßen Plattform mit C-förmigem Magnetschenkel - jeder Magnetschenkel formt ein Joch und zwei Pole, Flachspulen und Hartmagneten.

Für jede der Endpositions-Schwenkstellungen oder Endpositions-Rastlagen ist ein Aktivsystem vorhanden, wobei die anhand der Fig. 2a und 2b gezeigte Ausführungsform-zwei Endpositions-Schwenkstellungen oder Rastlagen aufweist. Das Aktivsystem für die Schwenkung nach rechts umfaßt die Joche 1 und 2, die Polen 3, 4, 5 und 6, die Spulen 7 und 8 und einem Hartmagneten 9.

15

Der passive Teil ist auf der Unterseite der in Fig. 2a in schematischer Ansicht dargestellten Dreh- oder Schwenkplattform 10 angeordnet und umfaßt einen magnetischen Rückschluss 11. Aufgehängt ist die Schwenkplattform an zwei Torsionsfedern 12 und 13. Die in Fig. 2a gezeigte Schwenkplattform und der in Fig. 2b dargestellte aktive Teil des Magnetsystems sind dabei so zueinander angeordnet, daß die vom aktiven Teil erzeugten magnetischen Felder magnetische Kräfte über den magnetischen Rückschluss 11 auf die Schwenkplattform ausüben, so daß die Schwenkplattform 10 durch Änderung des einwirkenden magnetischen Feldes geschwenkt werden kann.

25

Durch die Rückstellkräfte der als Aufhängung für die Schwenkplattform 10 dienenden Torsionsfedern kann außerdem eine weitere stabile Position definiert sein und eingestellt werden, bei welcher die Torsionsfedern entspannt sind, beziehungsweise bei welcher die Rückstellkräfte betragsmäßig

30

minimal sind.

Bei dem für den Einsatz der Schwenkplattform als optischer Schalter dienendem Schwenkspiegel ist gemäß einer  
5 Ausführungsform der Erfindung von besonderer Bedeutung, dass die Spiegeloberfläche absolut eben ist. Dies wird dadurch unterstützt, dass der Spiegel rund oder vieleckig ausgeführt wird und der magnetische Rückschluss einen Ring bildet. Damit bildet er eine trommelrandartige Versteifung, welche  
10 die Ebenheit und insbesondere die Festigkeit oder Steifigkeit des Spiegels unterstützt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfaßt die Schwenkplattform zwei über Verbindungsabschnitte miteinander  
15 verbundene oder über zumindest einen Spalt voneinander getrennte Bereiche, wobei ein erster Bereich den Rückschluß aufweist. Der zweite Bereich kann eine Verspiegelung aufweisen oder zumindest einen verspiegelten Bereich umfassen. Eine solche Variante einer Schwenkplattform ist als  
20 Aufsicht in Fig. 2c dargestellt. Ähnlich wie bei der in Fig. 2a gezeigten Ausführungsform ist die Schwenkplattform 10 durch zwei Torsionsfedern 12 und 13 gehalten.

Die Schwenkplattform 10 untergliedert sich gemäß der in Fig.  
25 2c gezeigten Variante in zwei Bereiche 101 und 102. Der erste Bereich 101 umschließt dabei ringförmig den zweiten Bereich 102 und umfaßt den magnetischen Rückschluß 11. Der zweite Bereich 102 kann vorteilhaft eine Verspiegelung oder einen verspiegelten Bereich umfassen, so daß die Plattform als  
30 optischer Schalter eingesetzt werden kann. Die beiden Bereiche sind durch Unterbrechungen mechanisch weitgehend voneinander entkoppelt, wobei die Unterbrechungen hier beispielhaft die Form zweier ringsegmentförmiger Spalte 105,

106 haben. Eine Verbindung der beiden Bereiche 101 und 102 erfolgt über Verbindungsabschnitte 103 und 104 zwischen den Spalten 105, 106. Diese Ausführungsform der Erfindung ist besonders unempfindlich gegen Temperaturschwankungen. Durch die Kopplung der Bereiche 101 und 102 über die stegförmigen Verbindungsstellen wird eine Auswirkung eines Bimetalleffekts aufgrund unterschiedlicher Temperatúrausdehnungskoeffizienten des Substratmaterials der Schwenkplattform und des Materials des magnetischen Rückschlusses auf den inneren Bereich 102 weitgehend vermieden. Zwar kann es nach wie vor zu einer Verformung des äußeren Bereichs 101 kommen, diese wirkt sich auf den inneren Teil praktisch nicht aus, was beispielsweise vorteilhaft für die optischen Eigenschaften bei einer als optischen Schalter ausgebildeten Ausführungsform ist. Andererseits reicht die mechanische Kopplung über die Verbindungsabschnitte 103, 104 aus, um den inneren Bereich 102 mit dem äußeren Bereichs mitzuführen.

Bevorzugt liegen die Verbindungsabschnitte 103, 104 an gegenüberliegenden Positionen des Bereichs 101, um gute mechanische Stabilität bei gleichzeitig guter Entkopplung von auftretenden Verformungen des Bereichs 101 zu erreichen. Vorzugsweise sind die Abschnitte 103, 104 außerdem entlang der gedachten Verbindungslinie zwischen den Torsionsfedern 12, 13 liegend angeordnet.

Erregt man die rechte Hälfte des Aktivteils, indem man die Spulen 7 und 8 mit einem Strom 1 beaufschlagt, so resultiert hieraus eine anziehende Kraft auf das Joch, was zu einer Schwenkung führt.

Der zwischen den C-förmigen Joch/Polssystemen des Aktivteils angeordnete Hartmagnet bewirkt, dass auch bei abgeschaltetem

Spulenstrom eine magnetische Haltekraft auf den magnetischen Rückschluss in der Schwenkplattform einwirkt. Alternativ kann dies bewerkstelligt werden indem der magnetische Rückschluss nicht weichmagnetisch, sondern hartmagnetisch ausgeführt wird.

Zur Herstellung des Magnetsystems kommen mikrotechnische Prozesse zum Einsatz. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie die gewünschten Strukturen mittels einer geeigneten Kombination von Beschichtungs, Ätz-, ggf. Dotiertechnik und Photolithographie auf einem Substrat aufbauen. Dabei erfolgt die Herstellung der Systeme im Nutzen.

Es wird Bezug genommen auf Figur 3, diese zeigt einen Ansatz zur Aufbautechnik. Das Gesamtsystem wird auf zwei Wafern aufgebaut, die dann durch geeignete Aufbautechnik miteinander verbunden werden. Im in Fig. 3 unten dargestellten und im folgenden auch als „unterer Wafer“ bezeichnete Substrat befindet sich das aktive Magnetsystem. Der in Fig. 3 oben gezeigte Wafer wird im folgenden ebenso als „oberer Wafer“ bezeichnet. Diese Zuordnung ist, ebenso wie auch bei der Anordnung der anhand der Fig. 2a und 2b gezeigten Aktivsysteme jedoch nicht räumlich festgelegt, sondern soll lediglich dem leichteren Verständnis der Beschreibung dienen und die relative Position der so bezeichneten Teile zueinander verdeutlichen. Der obere Wafer weist die Schwenkplattform mit den Rückschlussbalken auf.

Weitere Einsatzmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung:

Mehr als zwei Raststellungen lassen sich erzielen, wenn man die Schwenkplattform kardanisch aufhängt und bei gewünschter



Raststellung ein Magnetsystem anordnet. Mit vier Magnetsystemen ergeben sich beispielsweise so die Raststellungen:

- 5       (1) Gekippt nach oben
- (2) Gekippt nach rechts
- (3) Gekippt nach unten
- (4) Gekippt nach links.

10       Weitere Einsatzmöglichkeiten bieten sich durch Verwendung der bistabilen Plattform zum Aufbau eines Mikrorelais. Die jeweilige bistabile Lage kann auch als Rastposition bezeichnet werden, in welcher die Plattform in verrasteter Stellung verharret, dies bedeutet ohne äußere Kräfte oder auch  
15       unter dem Einfluß geringer äußerer Kräfte deren Lage nicht ändert. Bei der insbesondere als Mikrorelais ausgebildeten Ausführungsform der erfindungsgemäßen schwenkbaren Plattform weist diese vorteilhaft zumindest eine Einrichtung zum Schließen oder Öffnen eines Kontakts auf.

20

Bei der Ausführungsform als mikromechanisches Relais trägt die Schwenkplattform Kontaktfinger oder Kontaktleisten, welche als Bestandteil der Einrichtung zum Schließen oder Öffnen eines Kontakts mit auf dem Wafer mit dem Aktivteil  
25       aufgebrachten Kontaktflächen in Berührung gebracht oder von diesen getrennt werden können, um so einen Kontakt zu schließen oder zu öffnen.

Die Fig. 4a und 4b zeigen den schematischen Aufbau einer  
30       Ausführungsform eines solchen Mikrorelais. Dabei zeigt Fig. 4b die Aktivsysteme des Mikrorelais und Fig. 4a die Schwenkplattform. Neben jedem Aktivsystem befinden sich zwei Kontaktflächen 14 und 15 mit Zuleitungen 16 und 17. Die

Schwenkplattform weist auf zumindest einer Seite Kontaktfinger 18 und 19 auf, die miteinander durch einen Leiter 20 elektrisch verbunden sind.

- 5 Wird das Aktivsystem durch Bestromen der Spulen 7 und 8 erregt, so übt es eine Kraft auf den in der Schwenkplattform integrierten magnetischen Rückschluß 11 aus. Hierdurch kommt es zu einer Schwenkung der Plattform, bis Kontaktfinger und Kontaktflächen 14, 15 sich berühren. Dabei ist gemäß einer
- 10 Ausführungsform der Erfindung außerdem die Schwenkplattform so aufgehängt, daß durch eine Schwenkung der Plattform eine zusätzliche Bewegung der Kontaktfinger oder der Kontaktleiste entlang der Oberfläche der Kontaktflächen erfolgt. Da sich die Torsionsbalken 12, 13 bei der Anziehung nicht nur
- 15 verwinden, sondern auch leicht durchbiegen, kommt es nach einer Berührung an beiden Kontaktpunkten bei weiterem Anziehen auch zu einer Lateralbewegung zwischen Schwenkplattform und Antriebsteil und damit auch zwischen den Kontaktfingern und Kontakten. Diese Lateralbewegung ist
- 20 vorteilhaft und erwünscht, da sie geeignet sein kann, auf den Kontaktflächen abgelagerte Verunreinigungen oder entstehende Oxidschichten abzureiben, so daß die Kontaktflächen der Kontakte 14, 15 blank gehalten werden.
- 25 In den Fig. 4b und 4c ist eine Variante der anhand der Fig. 4a und 4b gezeigten Ausführungsform eines Mikrorelais dargestellt, wobei Fig. 4d die Aktivsysteme des Mikrorelais und Fig. 4c die Schwenkplattform zeigt. Bei dieser Variante sind die Kontaktfinger durch eine Kontaktleiste 21 ersetzt.
- 30 Die prinzipielle Funktion und der Aufbau des in Fig. 4b dargestellten Aktivteils ist ansonsten identisch mit der in den Fig. 4a und 4b gezeigten Ausführungsform.

Diese Erfindung betrifft auch eine schwenkbare, mikrotechnisch hergestellte Plattform mit einem Freiheitsgrad, die also schwenkbar um eine Achse ist. Der Antrieb erfolgt magnetisch. Das Magnetsystem ist so gestaltet, dass die Plattform in den Endpositionen durch die magnetische Kraft eines Hartmagneten gehalten wird und somit eine Rastposition entsteht. Hierdurch wird Strom nur während des Schaltvorgangs benötigt, die Rastposition wird auch ohne Stromzufuhr gehalten.

#### Fertigungsprozess

Bei der nachfolgenden Beschreibung des Fertigungsprozess wird Bezug genommen auf die PCT EP00/12414 des gleichen Erfinders, die am 8.12.2000 eingereicht wurde und den Titel trägt "Mikromechanische, schwenkbare Vorrichtung mit magnetischem Antrieb sowie ein Verfahren zu deren Herstellung". Die Offenbarung dieser Anmeldung wird in vollem Umfang durch Zitierung auch zum Gegenstand dieser Anmeldung gemacht, dies bedeutet sämtliche Lehren dieser PCT-Anmeldung werden auch zum Inhalt dieser Anmeldung gemacht.

Figur 3 zeigt einen Ansatz zur Aufbautechnik. Das Gesamtsystem wird auf zwei Wafern aufgebaut, die dann durch geeignete Aufbautechnik miteinander verbunden werden. Im unteren Wafer befindet sich der Aktivteil des Magnetsystems, im oberen die Schwenkplattform mit den Rückschlussbalken.

Das Material des unteren Wafers kann vorteilhaft Silizium, Keramik oder Glas, sowie auch Kombinationen dieser Materialien umfassen. Der erste Fertigungsschritt ist die

Herstellung des Hartmagneten. Er wird mittels Liftofftechnik  
abgeschieden, wobei für die Beschichtung Kathodenzerstäubung  
zum Einsatz kommt. Als nächstes erfolgt die Fertigung des  
Jochs. Die Einzelschritte hierfür sind: Niederschlag einer  
5 Kontaktschicht aus dem Magnetwerkstoff mittels  
Kathodenzerstäubens, Erzeugen einer Photomaske, die ein  
Negativ der zu erzeugenden Magnetschenkelstruktur darstellt,  
galvanische Abformung des Schenkels, strippen des  
Photoresists und Entfernen der Kontaktschicht mittels  
10 Ionenstrahlätzen. Nun folgt die Aufbringung einer  
planarisierenden Isolierschicht, wobei hierzu ein  
fotoempfindliches Epoxydharz zum Einsatz kommt.

In den Bereichen, in denen später die Pole des Magnetsystems  
15 aufwachsen, wird mittels geeigneter  
Photolithographieschritte hierfür eine Öffnung erzeugt.

Als nächstes erfolgt die Fertigung der zweilagigen Spule.  
Die Herstellung der ersten Spulenlage sowie der Zuleitungen  
20 und Anschlussflecken erfolgt mittel der folgenden  
Einzelschritte: Niederschlag einer Kontaktschicht aus  
Leitermaterial mittels Kathodenzerstäubens, Erzeugen einer  
Photomaske, die eine Negativform der zu erzeugenden  
Spulenlage darstellt, galvanische Abformung von Leitern  
25 und Spulenlage, Strippen des Photoresists und Ätzen der  
Kontaktschicht. Als nächstes wird diese Spulenlage isoliert,  
wobei wiederum ein fotoempfindliches Epoxydharz zum Einsatz  
kommt. In den Bereichen der Magnetpole und zur Herstellung  
eines Vias, also von Durchführungen zur nächsthöheren  
30 Spulenlage, erhält die Schicht geeignete Fenster. Danach  
erfolgt die Fabrikation der Vias mittels galvanischer  
Abformung. Nun folgt die Herstellung der zweiten Spulenlage,  
die in der Schrittfolge mit denen zur Herstellung der ersten

übereinstimmt. Auf die fertiggestellte zweite Spulenlage wird wiederum eine organische, fotoempfindliche Isolierschicht hergestellt, die wiederum im Bereich der Magnetpole Fenster erhält. Eine galvanische Verstärkung der Kontaktflecken - hierzu ist erneut eine Photomaskierung erforderlich, um nur an den Kontaktpads Schichtaufbau zu erzielen - schließt den Spulenaufbau ab. Eine anorganische Schutzschicht bettet das Gesamtsystem mit Ausnahme der Kontaktpads - sie werden mittels einer Photomaske abgedeckt - ein.

Die Fertigstellung des Magnetsystems erfolgt mit dem galvanischen Aufwachsen der Magnetpole, gefolgt von einer Planarisierung des Wafers. Nach der Planarisierung werden galvanisch auf den Polflächen Anschläge erzeugt. Den Abschluss bildet eine Passivierung des gesamten Wafers mit Ausnahme der Kontaktpads - sie werden mittels einer Photomaske abgedeckt - durch Aufbringen einer Passivierungsschicht.

Der obere Wafer ist vorzugsweise aus Silizium, weist jedoch auf seiner Oberfläche eine Schicht aus Siliziumdioxid auf, die als Opferschicht dient. Auf diesem Wafer erfolgt, wie bereits erwähnt, der Aufbau der kardanisch aufgehängten Plattform sowie der Magnetschenkel zu ihrem Antrieb.

Die Herstellung der Plattform folgt mittels einschlägiger Prozesse der Siliziummechanik. Zunächst wird die Opferschicht in Bereichen entfernt, in denen die Verankerung der Festkörpergelenke der kardanisch aufgehängten Plattform erfolgt. Die Schrittfolge hierfür ist Erzeugen einer Photomaske, reaktives Ätzen des Siliziumdioxids und Strippen der Maske. Nun erfolgt ein ganzflächiges Aufbringen

einer Schicht aus polykristallinem Silizium (Polysilizium),  
woraus später Festkörpergelenk, Kardanring und  
Plattformstruktur entstehen. Als nächstes erfolgt das  
Freilegen der Kavität unter dem Spiegelsystem. Hierzu wird  
5 zunächst die (im Figur 3 nach oben gerichtete) Rückseite des  
Wafers mittels einer Photomaske maskiert und die Kavität  
mittels anisotropen Ätzens erzeugt. Die nächsten  
Fertigungsschritte finden wiederum an der Waferoberfläche (im  
Figur 3 nach unten gerichtet) statt. Es wird die obere  
10 Flussführung aufgebracht, die Schrittfolge entspricht der  
beim Herstellen der unteren Magnetschenkel des unteren Wafer  
diskutierten Folge. Zum Abschluss wird mittels einer  
Photomaske die Struktur von Torsionsfedern und Plattform  
definiert und anschließend durch reaktives Ätzen  
15 erzeugt.

Soll die Plattform als Spiegel dienen, so wird die nach oben  
zeigende Waferoberfläche mit einem reflektierenden Material  
mittels Kathodenzerstäubung beschichtet.

20

Damit ist der Waferprozess für beide Wafer abgeschlossen.  
Als nächstes erfolgt die Herstellung des Gesamtsystems durch  
Verbinden der Wafer. Auf Grund des notwendigen Abstandes  
zwischen den beiden Wafern erfolgt diese jedoch nicht direkt,  
25 vielmehr ist dazwischen ein Abstandhalter notwendig.

Die Verbindung der drei Teile (oberer Wafer, Abstandhalter  
und unterer Wafer) erfolgt mittels eines Bondprozesses.  
Durch Trennschleifen erfolgt ein Vereinzeln in Einzelsysteme  
30 oder Arrays.

Bevorzugt verwendete Werkstoffe

Zunächst werden die Werkstoffe des Magnetsystems beschrieben. Für die Magnetschenkel kommt bevorzugt weichmagnetisches Material mit hoher Sättigungsflussdichte zum Einsatz. Kandidaten sind als "Permalloy" bezeichnetes Nickel-Eisen, und zwar in der Zusammensetzung NiFe(81-19), oder NiFe (45-55), als "Sendust" bezeichnetes AlFeSi und NiFeTa. Da sich Nickel-Eisen galvanisch abscheiden läßt, ist es ein bevorzugter Kandidat.

- 10 Bevorzugter hartmagnetischer Werkstoff ist SmCo. Auch Co-Legierungen, z.B. CoCrTa eignen sich. Ein weiteres geeignetes Material ist außerdem NdFeB. Bevorzugtes Leitermaterial für Zuleitungen und Spulenwicklungen ist Kupfer, da es wesentlich geringere Neigung zu Elektromigration zeigt als andere
- 15 Leiter. Prinzipiell lassen sich aber auch andere elektrisch leitende Werkstoffe einsetzen. Als Isolator eignen sich anorganische Werkstoffe wie  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder  $\text{SiO}_2$ , die sich auch gut als Passivierungsschichten nutzen lassen. Ferner sind aber auch organische Werkstoffe tauglich, die insbesondere dann
- 20 von Vorteil sind, wenn sie sich photolithographisch strukturieren lassen. Ein fotoempfindliches Epoxydharz mit der Markenbezeichnung SU8 ist hier besonders geeignet.

- Als Werkstoff für die Schwenkplattform eignen sich besonders
- 25 polykristallines Silizium (Polysilizium) oder Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ )- Soll die Plattform als Spiegel dienen, ist die Oberfläche mit Gold oder Aluminium zu metallisieren.

Patentansprüche

1. Schwenkbare, insbesondere mikrotechnisch hergestellte Plattform mit zumindest einem Freiheitsgrad, welche  
5 zumindest um eine Achse schwenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattform bistabil verschwenkbar ist.
2. Schwenkbare Plattform nach Anspruch 1, dadurch  
10 gekennzeichnet, daß die Plattform um zwei, vorzugsweise senkrecht zueinander stehende Achsen bistabil verschwenkbar ist.
3. Schwenkbare Plattform nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
15 gekennzeichnet, daß die Plattform durch den Einfluß magnetischer Kräfte verschwenkbar ist.
4. Schwenkbare Plattform nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattform zumindest  
20 einen verspiegelten Bereich umfaßt.
5. Schwenkbare Plattform nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattform kardanisch aufgehängt ist.  
25
6. Schwenkbare Plattform nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattform durch magnetische Kräfte in zumindest einer der bistabilen Lagen gehalten ist.  
30
7. Schwenkbare Plattform nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattform durch Spulen in deren Lage änderbar ist.



8. Schwenkbare Plattform nach einem der vorstehenden Ansprüche, insbesondere ausgebildet als Mikrorelais, gekennzeichnet durch zumindest eine Einrichtung zum Schließen oder Öffnen eines Kontakts.
9. Schwenkbare Plattform gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Schließen oder Öffnen eines Kontakts Kontaktfinger und Kontaktflächen umfaßt.
10. Schwenkbare Plattform gemäß Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Schließen oder Öffnen eines Kontakts zumindest eine Kontaktleiste und Kontaktflächen umfaßt.
11. Schwenkbare Plattform gemäß einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkplattform so aufgehängt ist, daß durch eine Schwenkung der Plattform eine zusätzliche Bewegung der Kontaktfinger oder der Kontaktleiste entlang der Oberfläche der Kontaktflächen erfolgt.
12. Schwenkbare Plattform nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkplattform einen ersten und einen zweiten Bereich umfaßt, wobei die Bereiche über Verbindungsabschnitte miteinander verbunden sind und wobei der erste Bereich einen magnetischen Rückschluß aufweist.
13. Schwenkbare Plattform gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsabschnitte bezüglich des zweiten Bereichs gegenüberliegen.

14. Schwenkbare Plattform gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkplattform einen ersten und einen zweiten Bereich umfaßt, wobei die Bereiche durch zumindest einen Spalt voneinander getrennt sind.
- 5
15. Schwenkbare Plattform gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattform eine weitere stabile Position aufweist, bei welcher Rückstellkräfte der Aufhängung der Plattform betragsmäßig minimal sind.
- 10

Fig. 1

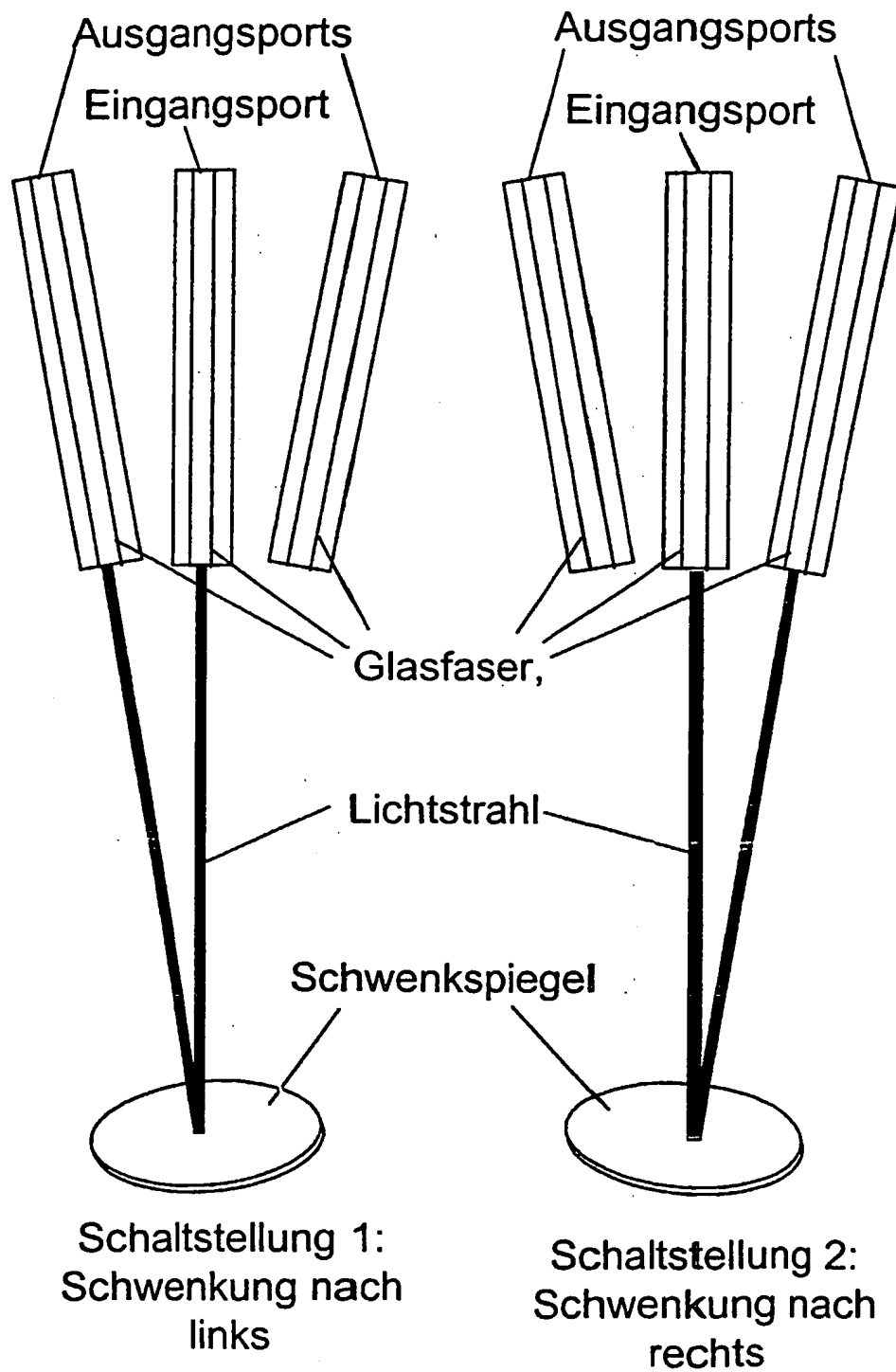


Fig. 2a

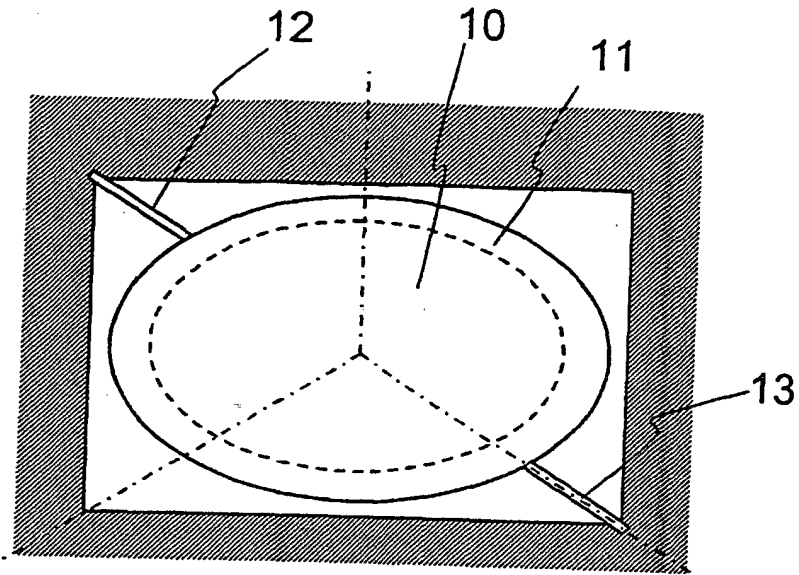


Fig. 2b

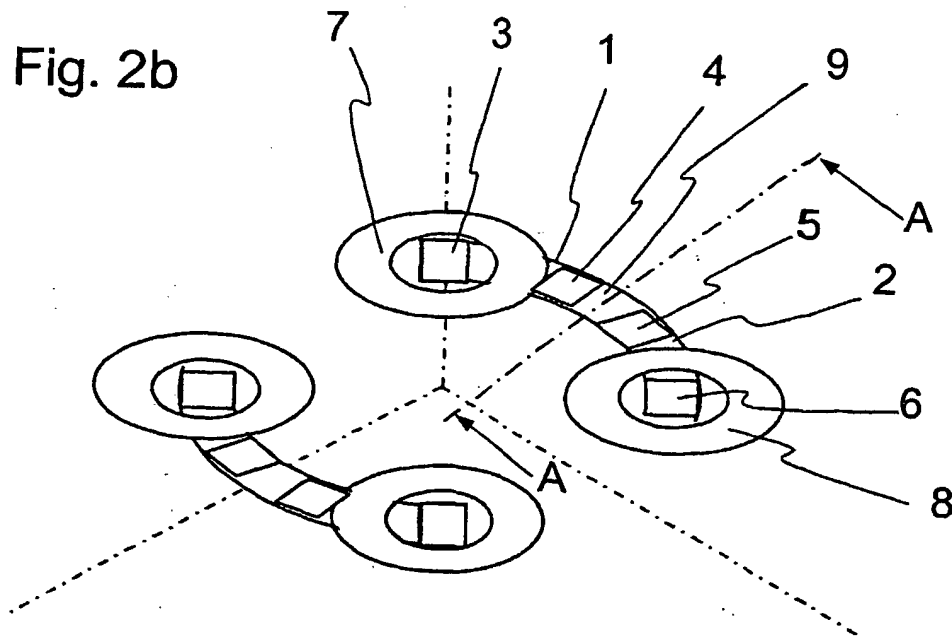


Fig. 2c

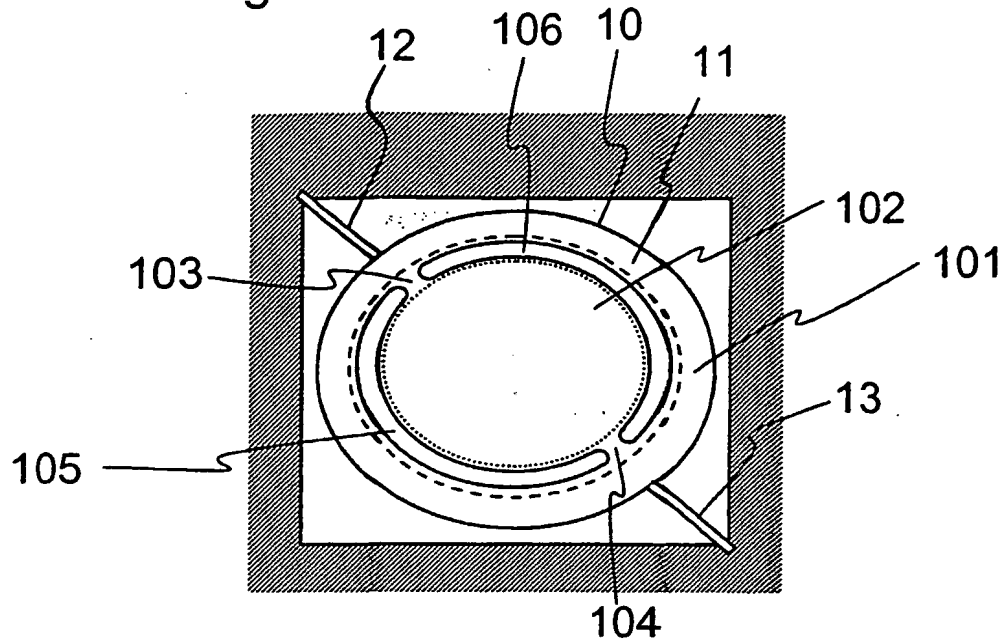


Fig. 3

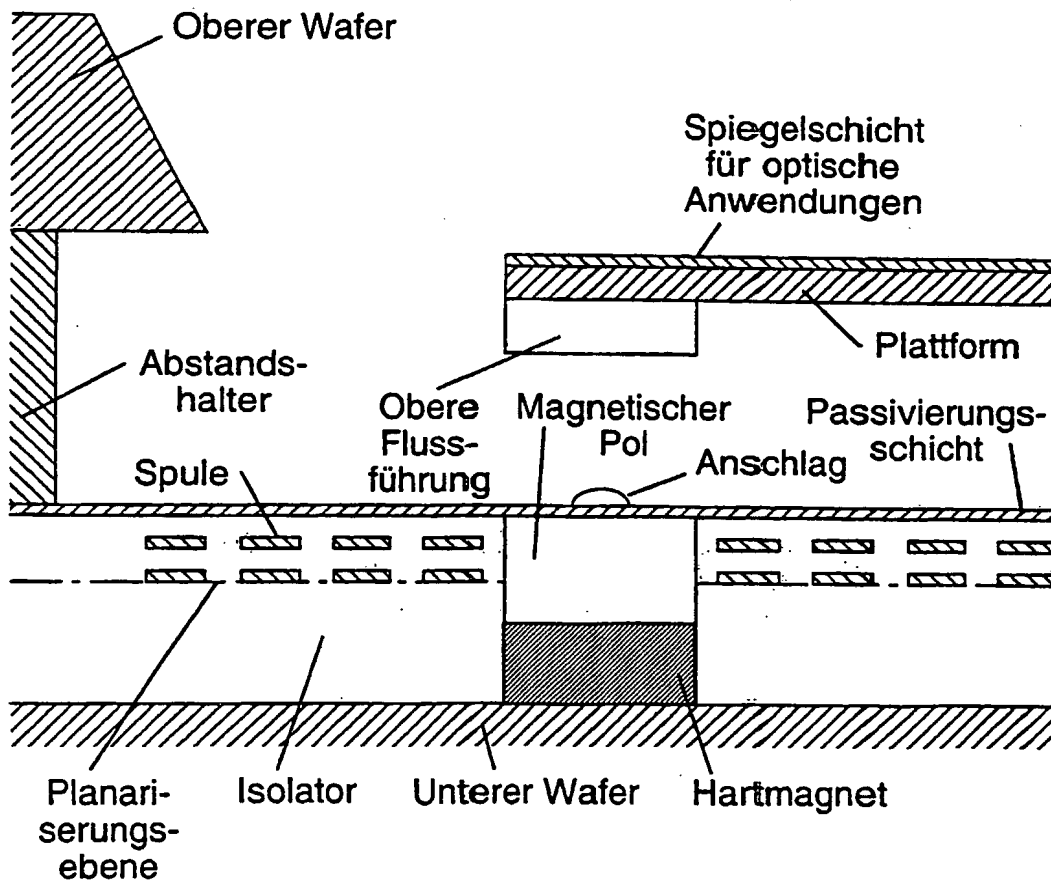


Fig. 4a

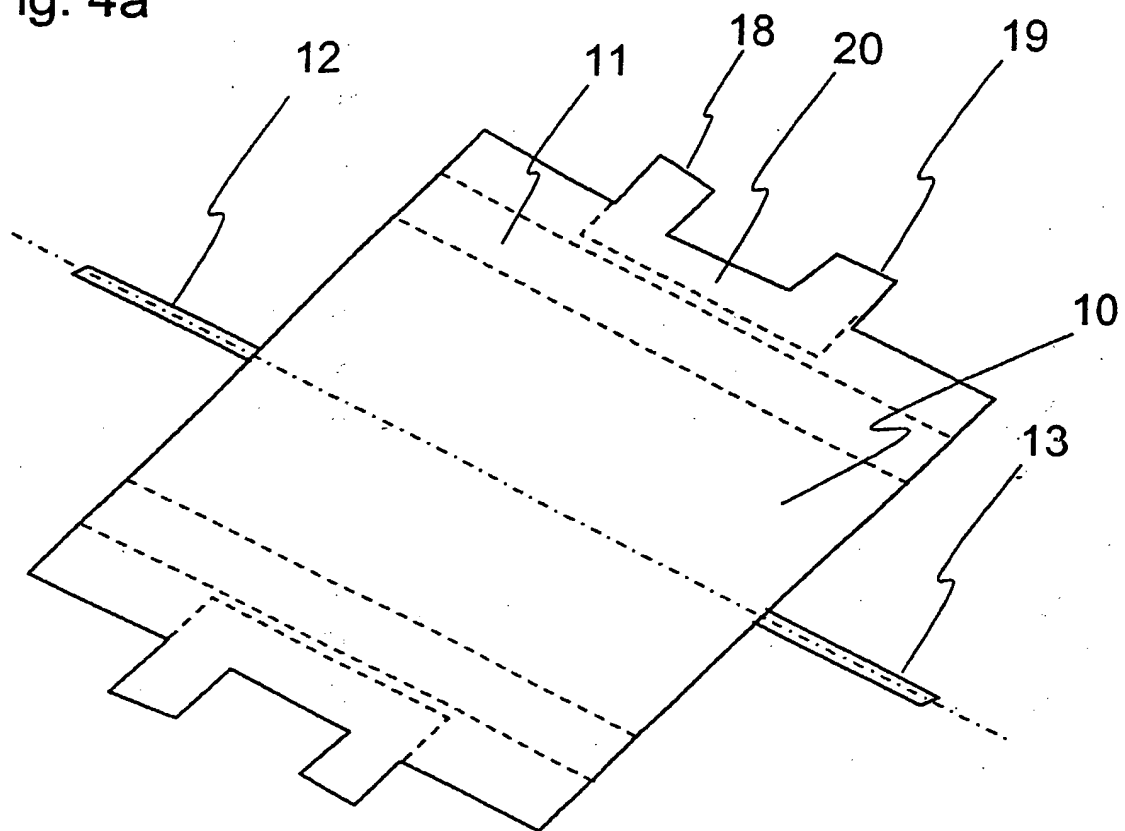


Fig. 4b

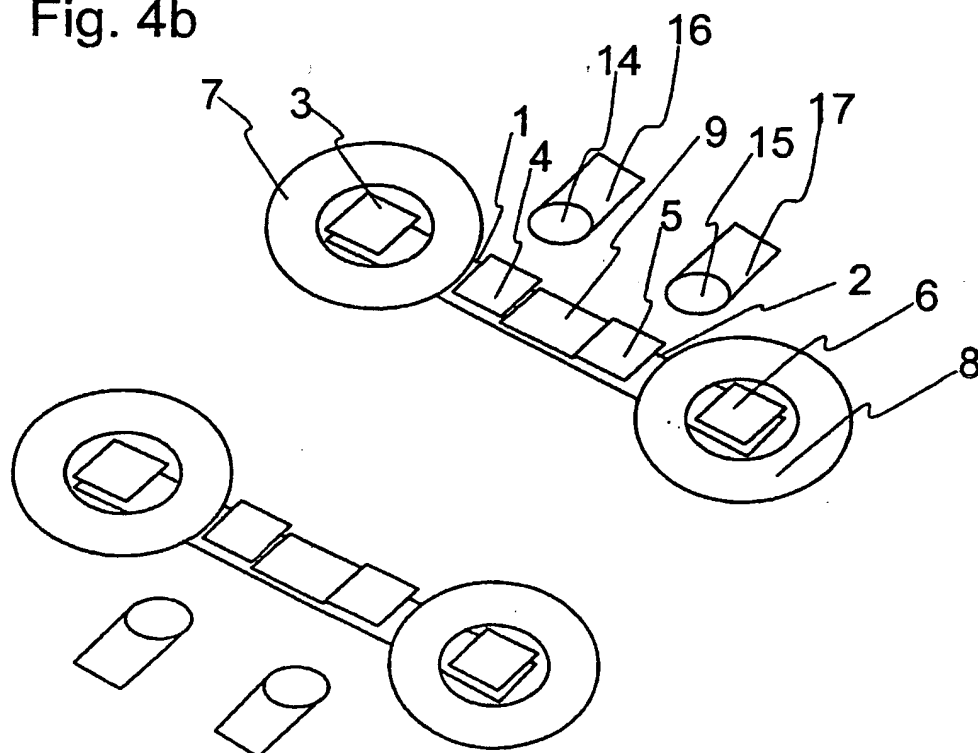


Fig. 4c

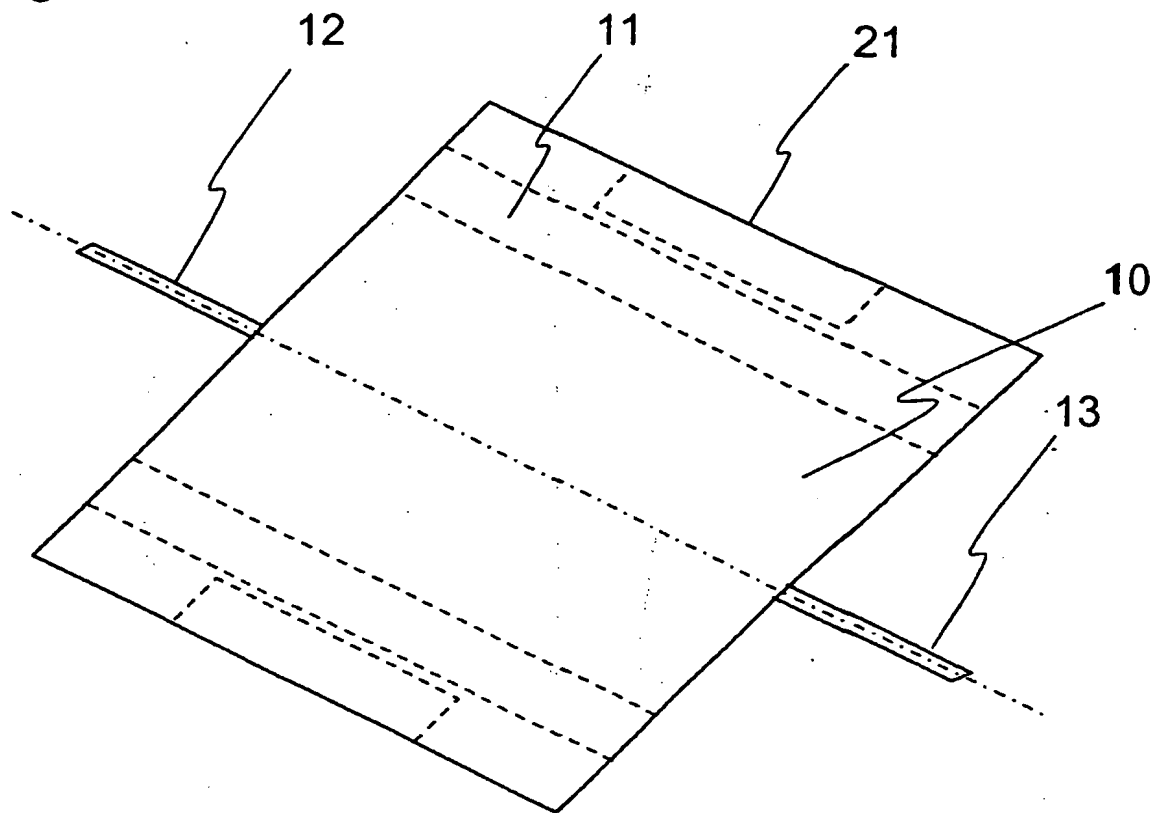
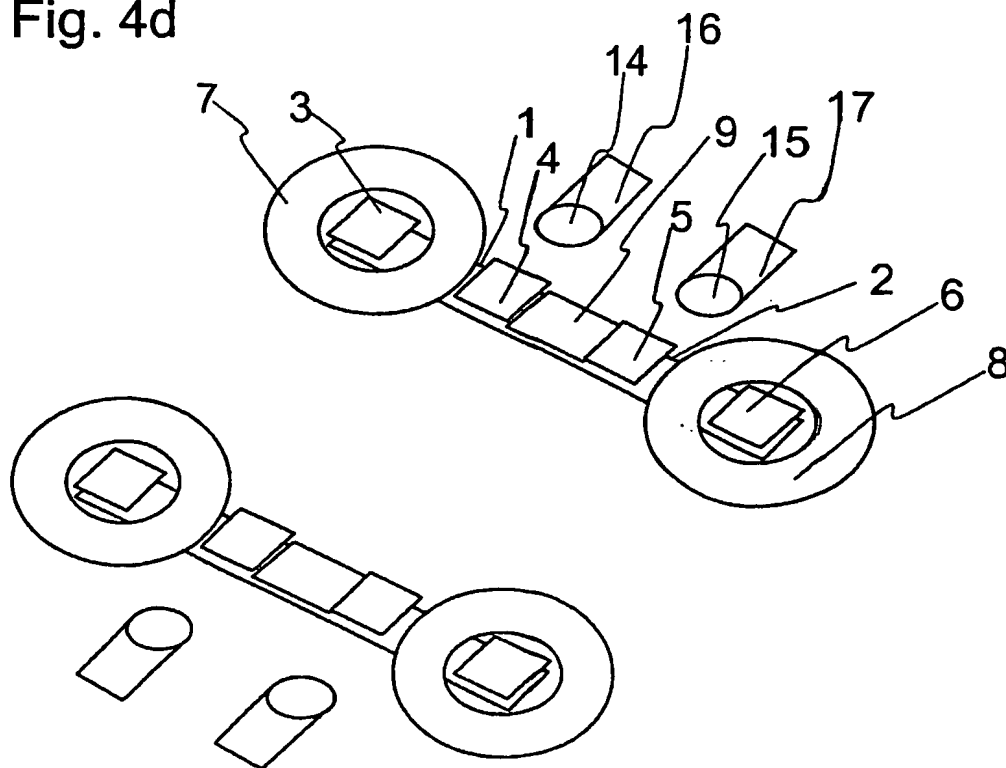


Fig. 4d







(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. August 2003 (07.08.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2003/064315 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B81B 3/00**,  
G02B 26/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/000994

(22) Internationales Anmeldedatum:  
31. Januar 2003 (31.01.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 04 491.0 31. Januar 2002 (31.01.2002) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: GATZEN, Hans-Heinrich [DE/DE]; Teich-  
huhnring 36, 30916 Isernhagen (DE).

(74) Anwalt: HERDEN, Andreas; Blumbach, Kramer & Part-  
ner GbR, Alexandrastrasse 5, 65187 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,  
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

**(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen**

**Recherchenberichts:**

5. Februar 2004

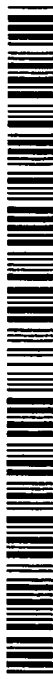
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MICROTECHNICALLY PRODUCED SWIVELING PLATFORM WITH MAGNETIC DRIVE AND STOP POSI-  
TIONS

(54) Bezeichnung: MIKROTECHNISCH HERGESTELLTE SCHWENKPLATTFORM MIT MAGNETISCHEM ANTRIEB  
UND RASTPOSITIONEN

(57) Abstract: The invention relates to a swiveling, particularly microtechnically produced platform with at least one degree of freedom. Said platform swivels in a bistable manner at least around one axis, whereby a micromechanical device is created which is easy to produce.

(57) Zusammenfassung: Um eine einfach herzustellende mikromechanische Einrichtung bereitzustellen, sieht die Erfindung eine schwenkbare, insbesondere mikrotechnisch hergestellte Plattform mit zumindest einem Freiheitsgrad vor, welche zumindest um eine Achse schwenkbar ist, wobei die Plattform bistabil verschwenkbar ist.



WO 2003/064315 A3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/00994

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B81B3/00 G02B26/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B81B G02B H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01 84211 A (RUAN MEICHUN; SHEN JUN; UNIV ARIZONA (US); WHEELER CHARLES) 8 November 2001 (2001-11-08)	1, 3, 4, 6-8, 15
Y	the whole document	2, 5, 12-14
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 257 (P-396), 15 October 1985 (1985-10-15) - & JP 60 107017 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 12 June 1985 (1985-06-12) abstract	2, 5, 12-14
X	DE 198 20 821 C (INST MIKROTECHNIK MAINZ GMBH) 16 December 1999 (1999-12-16)	1, 3, 6-9, 11, 15
Y	the whole document	10
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 November 2003

Date of mailing of the international search report

26/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040 Tx 31 651 end nl

Authorized officer

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/00994

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 473 (E-1423), 27 August 1993 (1993-08-27) - & JP 05 114347 A (SHARP CORP), 7 May 1993 (1993-05-07) abstract	10
X	TOSHIYOSHI H ET AL: "ELECTROMAGNETIC TORSION MIRRORS FOR SELF-ALIGNED FIBER-OPTIC CROSSCONNECTORS BY SILICON MICROMACHINING" IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, US, vol. 5, no. 1, January 1999 (1999-01), pages 10-17, XP000823382 ISSN: 1077-260X the whole document	1,3,4,6, 7
X	MAEKOBA H ET AL: "Self-aligned vertical mirror and V-grooves applied to an optical-switch: modeling and optimization of bi-stable operation by electromagnetic actuation" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 87, no. 3, 5 January 2001 (2001-01-05), pages 172-178, XP004227469 ISSN: 0924-4247 the whole document	1,3,6,7
A	CHANG C W ET AL: "A magnetically actuated scanner for intravascular ultrasound imaging", MICRO-ELECTRO-MECHANICAL SYSTEMS (MEMS). 2001 ASME INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS AND EXPOSITION, MICRO-ELECTRO-MECHANICAL SYSTEMS (MEMS). 2000 ASME INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS AND EXPOSITION, NEW YORK, NY, USA, 11-16 , 2001, NEW YORK, NY, USA, ASME, USA, PAGE(S) 799 - 804 XP009020962 ISBN: 0-7918-3555-3 the whole document	1-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/00994

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0184211	A	08-11-2001	US 6496612 B1	17-12-2002
			AU 6110001 A	12-11-2001
			TW 500929 B	01-09-2002
			WO 0184211 A2	08-11-2001
			US 6633212 B1	14-10-2003
			US 2002021860 A1	21-02-2002
JP 60107017	A	12-06-1985	NONE	
DE 19820821	C	16-12-1999	DE 19820821 C1	16-12-1999
JP 05114347	A	07-05-1993	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Zeichen  
PCT/EP 03/00994

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B81B3/00 G02B26/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B81B G02B H01H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01 84211 A (RUAN MEICHUN; SHEN JUN; UNIV ARIZONA (US); WHEELER CHARLES) 8. November 2001 (2001-11-08)	1,3,4, 6-8,15
Y	das ganze Dokument	2,5, 12-14
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 257 (P-396), 15. Oktober 1985 (1985-10-15) -& JP 60 107017 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 12. Juni 1985 (1985-06-12) Zusammenfassung	2,5, 12-14
X	DE 198 20 821 C (INST MIKROTECHNIK MAINZ GMBH) 16. Dezember 1999 (1999-12-16)	1,3,6-9, 11,15
Y	das ganze Dokument	10
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. November 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl

Bevollmächtigter Bediensteter

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internal : Aktenzeichen

PCT/EP 03/00994

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 473 (E-1423), 27. August 1993 (1993-08-27) -& JP 05 114347 A (SHARP CORP), 7. Mai 1993 (1993-05-07) Zusammenfassung	10
X	TOSHIYOSHI H ET AL: "ELECTROMAGNETIC TORSION MIRRORS FOR SELF-ALIGNED FIBER-OPTIC CROSSCONNECTORS BY SILICON MICROMACHINING" IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, US, Bd. 5, Nr. 1, Januar 1999 (1999-01), Seiten 10-17, XP000823382 ISSN: 1077-260X das ganze Dokument	1,3,4,6, 7
X	MAEKOBA H ET AL: "Self-aligned vertical mirror and V-grooves applied to an optical-switch: modeling and optimization of bi-stable operation by electromagnetic actuation" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, Bd. 87, Nr. 3, 5. Januar 2001 (2001-01-05), Seiten 172-178, XP004227469 ISSN: 0924-4247 das ganze Dokument	1,3,6,7
A	CHANG C W ET AL: "A magnetically actuated scanner for intravascular ultrasound imaging", MICRO-ELECTRO-MECHANICAL SYSTEMS (MEMS). 2001 ASME INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS AND EXPOSITION, MICRO-ELECTRO-MECHANICAL SYSTEMS (MEMS). 2000 ASME INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS AND EXPOSITION, NEW YORK, NY, USA, 11-16 , 2001, NEW YORK, NY, USA, ASME, USA, PAGE(S) 799 - 804 XP009020962 ISBN: 0-7918-3555-3 das ganze Dokument	1-15

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Patentzeichen

PCT/EP 03/00994

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0184211 A	08-11-2001	US 6496612 B1	17-12-2002
		AU 6110001 A	12-11-2001
		TW 500929 B	01-09-2002
		WO 0184211 A2	08-11-2001
		US 6633212 B1	14-10-2003
		US 2002021860 A1	21-02-2002
JP 60107017 A	12-06-1985	KEINE	
DE 19820821 C	16-12-1999	DE 19820821 C1	16-12-1999
JP 05114347 A	07-05-1993	KEINE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**